

EUROPEAN PATENT OFFICE

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 03191319
PUBLICATION DATE : 21-08-91

APPLICATION DATE : 20-12-89
APPLICATION NUMBER : 01330629

$$n_{1d} > n_{2d} \quad]$$

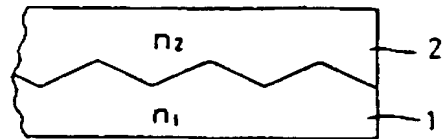
$$n_{1c} - n_{1d} < n_{2d} - n_{2c} \quad]$$

APPLICANT : OLYMPUS OPTICAL CO LTD;

INVENTOR : UZAWA TSUTOMU;

INT.CL. : G02B 27/46 H04N 9/07

TITLE : OPTICAL LOW PASS FILTER



ABSTRACT : PURPOSE: To reduce a difference in MTF characteristics caused by wavelength and to prevent color moire and a pseudo color from being generated by making the dispersion by a member with a large refractive index smaller than the dispersion by a member with a small refractive index.

CONSTITUTION: A phase grating is formed on the surface of a 1st member with a refractive index n_1 and a 2nd member 2 with a refractive index n_2 is joined with the surface of the 1st member 1 so as to hold a phase grating therebetween. Then inequalities I and II are satisfied. Here, n_{1c} and n_{2c} , n_{1d} and n_{2d} , and n_{1g} and n_{2g} are the refractive indexes of the 1st and 2nd members 1 and 2 on lines (c), (d), and (g) respectively. Consequently, the difference in MTF characteristics caused by the wavelength becomes small and the color moire and pseudo color are prevented from being generated.

COPYRIGHT: (C)1991,JPO&Japio

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 平3-191319

⑬ Int.Cl.⁵

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 平成3年(1991)8月21日

G 02 B 27/46
H 04 N 9/07

A

8106-2H
8725-5C

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全6頁)

⑮ 発明の名称 光学的ローパスフィルター

⑯ 特 願 平1-330629

⑰ 出 願 平1(1989)12月20日

⑱ 発 明 者 鶴 澤 勉 東京都渋谷区幡ヶ谷2-43-2 オリンパス光学工業株式会社内

⑲ 出 願 人 オリンパス光学工業株式会社 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号

⑳ 代 理 人 弁理士 篠原 泰司 外1名

明 細 書

1. 発明の名称

光学的ローパスフィルター

2. 特許請求の範囲

(1) 屈折率 n_1 の第1部材の表面に位相格子を形成し、該位相格子を挟むようにして前記第1部材の表面に屈折率 n_2 の第2部材を接合して成り、以下の条件式(1)、(2)を満足するようにした光学的ローパスフィルター。

$$(1) \quad n_{1d} > n_{2d}$$

$$(2) \quad n_{1g} - n_{1c} < n_{2g} - n_{2c}$$

但し、 n_{1c} 、 n_{1d} 、 n_{1g} 、 n_{2c} 、 n_{2d} 、 n_{2g} は夫々前記第1部材と第2部材におけるC線、d線、g線の屈折率である。

(2) 屈折率 n_1 の第1部材の表面に位相格子を形成し、該位相格子を挟むようにして前記第1部材の表面に屈折率 n_2 の第2部材を接合して成る光学的ローパスフィルターであって、該光学的ローパスフィルターを通過した光を受光する規則的な画素配列を有する受光素子の有効感度波長領域

内の3つの波長を短波長から順に λ_1 、 λ_2 、 λ_3 とした時、以下の条件式(3)、(4)を満足するようにした光学的ローパスフィルター。

$$(3) \quad n_{1\lambda_1} > n_{2\lambda_1}$$

$$(4) \quad n_{1\lambda_1} - n_{1\lambda_2} < n_{2\lambda_1} - n_{2\lambda_2}$$

但し、 $n_{1\lambda_1}$ 、 $n_{1\lambda_2}$ 、 $n_{1\lambda_3}$ 、

$n_{2\lambda_1}$ 、 $n_{2\lambda_2}$ 、 $n_{2\lambda_3}$ は夫々前記第1部材と第2部材における波長 λ_1 、 λ_2 、 λ_3 の光の屈折率である。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は、光学的ローパスフィルターに関し、特にビデオカメラ、電子スチルカメラ、ファインスコープなどに使用される位相型の光学的ローパスフィルターに関するものである。

〔従来の技術〕

CCDなど規則的な画素配列を持つ撮像素子を用いたカメラでは、ナイキスト周波数よりも高い周波数成分が被写体に含まれていると、モアレ縞と呼ばれる偽似信号が発生する。又、ファイバース

コーブでもCCDと同様にイメージガイドファイバーが規則的配列を持つ為に、モアレ縞が発生する。そこで、モアレ縞の発生を防ぐために、高周波成分を制限する光学的ローパスフィルターを撮像光学系内に配置していた。その光学的ローパスフィルターとして、光の回折効果を利用した位相型の光学的ローパスフィルターが数多く提案されている。

しかし、回折効果は波長により異なるため、波長により光学系の伝達関数であるMTF特性が異なってしまう、その結果解像度の低下が起こったり、色モアレや偽色が発生してしまうという問題があった。その理由は次の通りである。

位相型光学的ローパスフィルターのMTF特性は、位相部の高さで決まる位相差 δ によって変化する。そして位相差 δ は、

$$\delta = (n_1 - n_2) h / \lambda \quad \dots (i)$$

で与えられる。但し、 λ は対象とする波長、 n_1 はローパスフィルターの位相部の材質の波長 λ で

3-119063号公報に記載の第2実施例では屈折率の異なる部材を貼り合わせることで、又特開昭61-149923号公報に記載の光学的ローパスフィルターでは屈折率の異なる部分をイオン交換法等の方法により形成することで、上記式の $(n_1 - n_2)$ の値を小さくして位相部の高さ h を高くし、それによってさほど高い精度を必要としないようにして製造を容易にしている。

即ち、一般に位相部の屈折率 n_1 は1.5程度であり、位相部面に接している媒質が空気の場合その屈折率 n_2 は $n_2 \approx 1$ であって、屈折率差 $n_1 - n_2$ はかなり大きい。特開昭53-119063号公報に記載の第2実施例や特開昭61-149923号公報に記載の光学的ローパスフィルターでは、 n_1 が1より大きな部材を用いることで屈折率差 $n_1 - n_2$ を小さくし、ある一定の δ を与える場合 h を大きくし得るようにしている。これにより h の製造誤差量 Δh が同一でも $n_1 \approx 1$ の時よりも δ のばらつきが小さくなるので、MTF特性のばらつきを小さくすることができる。

の屈折率、 n_2 はローパスフィルターの位相部面と接している媒質の波長 λ での屈折率、 h は位相部の高さである。

従って、上記式(i)で示されるように、 δ は λ によって変化するため、 λ によってMTF特性が変化してしまうのである。そこで、例えば特開昭50-131543号公報や特開昭63-311323号公報に記載の光学的ローパスフィルターでは、位相部(突起部)の形状を工夫することで波長によるMTF特性の差を小さくしている。

しかしながら、位相型の光学的ローパスフィルターの位相部の高さ h は使用波長程度即ち0.6 μm 程度と低いので、その製造誤差 Δh と h との比が大きくなり、上記式(i)から明らかなように、ある一定の δ を得ようとする場合製造誤差 Δh による δ のばらつきが大きくなり、その結果MTF特性のばらつきが大きくなってしまう。そのため、MTF特性のばらつきを抑えるために製造上の精度を極めて高くしなくてはならず、製造が面倒であるという問題がある。そこで、特開昭5

尚、このように n_1 、 n_2 が1より大きな2つの部材を組合わせる場合をこれ以降「貼り合わせ」と呼ぶ。2つの部材の関係は位相部面で光学的に接していれば良く、接合、接着、密着のいずれの状態でも良い。

〔発明が解決しようとする課題〕

ところが、屈折率 n_1 、 n_2 は波長 λ によって変化する。いわゆる分散が存在する。それ故、上記従来例のように屈折率の異なる部材を「貼り合わせ」にする場合、夫々の部材の分散を考慮しないと、波長によるMTF特性の差が大きくなる組み合わせで光学的ローパスフィルターを構成してしまう場合がある。逆に、この分散を積極的に利用することによって、 δ の波長による値の変化を制御し、波長によるMTF特性の差を小さくすることが可能となる。

本発明は、上記問題点に鑑み、波長によるMTF特性の差を小さくして、色モアレや偽色の発生を防止し得るようにした光学的ローパスフィルターを提供することを目的としている。

(課題を解決するための手段及び作用)

本発明による光学的ローパスフィルターは、屈折率の異なる2つの部材を「貼り合わせ」て成る位相型の光学的ローパスフィルターであって、屈折率の大きな部材の分散が屈折率の小さな部材の分散よりも小さいという条件を満足するものである。

以下、これについてより具体的に説明する。

本発明による光学的ローパスフィルターの一つは、屈折率 n_1 の第1部材の表面に位相格子を形成し、該位相格子を挟むようにして前記第1部材の表面に屈折率 n_2 の第2部材を接合して成り、以下の条件式(1)、(2)を満足するようにした光学的ローパスフィルターである。

$$(1) \quad n_{1d} > n_{2d}$$

$$(2) \quad n_{1c} - n_{1g} < n_{2c} - n_{2g}$$

但し、 n_{1c} 、 n_{2c} 、 n_{1d} 、 n_{2d} 、 n_{1g} 、 n_{2g} は夫々前記第1部材と第2部材におけるC線、d線、g線の屈折率である。

まず、両部材の分散が考慮されていない即ち波

波長 \ 屈折率	λ_1	λ_2	λ_c
n_1	1.54771	1.55843	1.54505
n_2	1.52447	1.53764	1.52146
$n_1 - n_2$	0.02324	0.02079	0.02359

但し、 n_1 、 n_2 は夫々第1部材及び第2部材の屈折率である。従って、 λ_1 の時の位相差 δ の大きさを1とした場合、

$$\lambda_1 \text{ の時} \quad \delta = 1.21$$

$$\lambda_c \text{ の時} \quad \delta = 0.91$$

となり、MTF特性は第3図に示す如くなる。従って、波長によるMTF特性の差が小さくなり、色モアレや偽色の発生を防止し得るようになる。

尚、上記条件式(1)、(2)を満足しない場合即ち屈折率の高い部材の方が屈折率の低い部材より分散が大きい場合は逆の結果が得られ、波長によりMTF特性の差が大きくなってしまいますので、解像度の低下や色モアレ、偽色の発生を招いてしまう。

長によって屈折率が変化せず、位相格子の断面形状が第1図に示した如く、三角波である場合について考える。尚、図中、1は第1部材、2は第2部材である。この場合、

$\delta = (n_1 - n_2) h / \lambda$ 、 $n_1 - n_2 = \text{一定}$ である。そして、g線、d線、C線の波長を λ_g ($= 435 \text{ nm}$)、 λ_d ($= 587 \text{ nm}$)、 λ_c ($= 656 \text{ nm}$) とすると、 λ_d の時の位相差 δ の大きさを1とした場合、

$$\lambda_d \text{ の時} \quad \delta = 1.35 \left(= \frac{587}{435} \right)$$

$$\lambda_c \text{ の時} \quad \delta = 0.89 \left(= \frac{587}{656} \right)$$

となり、MTF特性は第2図に示す如くなる。従って、波長によりMTF特性が大きく異なってしまう。

これに対し、本発明の上記条件式(1)、(2)を満足するように、例えば次の表に示すよう屈折率の部材を用いる。

又、本発明による光学的ローパスフィルターの他の一つは、屈折率 n_1 の第1部材の表面に位相格子を形成し、該位相格子を挟むようにして前記第1部材の表面に屈折率 n_2 の第2部材を接合して成る光学的ローパスフィルターであって、該光学的ローパスフィルターを通過した光を受光する規則的な画素配列を有する受光素子の有効感度波長領域内の3つの波長を短波長側から順に λ_1 、 λ_2 、 λ_3 とした時、以下の条件式(3)、(4)を満足するようにした光学的ローパスフィルター。

$$(3) \quad n_{1\lambda_1} > n_{2\lambda_1}$$

$$(4) \quad n_{1\lambda_1} - n_{1\lambda_2} < n_{2\lambda_1} - n_{2\lambda_2}$$

但し、 $n_{1\lambda_1}$ 、 $n_{2\lambda_1}$ 、 $n_{1\lambda_2}$ 、 $n_{2\lambda_2}$ は夫々前記第1部材と第2部材における波長 λ_1 、 λ_2 、 λ_3 の光の屈折率である。

尚、例えば、結像光学系の中に光学的ローパスフィルターと赤外線カットフィルターとを含んでいて、その結像面に置かれた受光素子が固体撮像素子であった場合、固体撮像素子自体の受光感度

が200nm～900nmまであったとしても、結像光学系がガラス製で400nm以上の波長の光束しか通過させず、赤外線カットフィルターが700nm以上の波長をカットするものであれば、上記有効感度波長領域は、受光素子自体の持つ200nm～900nmではなく、実際に入射する光束の波長領域は400nm～700nmとなる。

又、結像面に置かれた受光素子が光学的繊維束であった場合、その光学的繊維束を透過する光束の波長域が350nm～750nmであれば、受光素子に入射する光束の波長域が300nm～800nmであったとしても、上記有効感度波長領域は350nm～750nmである。

本発明による光学的ローパスフィルターは、更に以下の条件式(5)を満足することが望ましい。

$$(5) \quad -0.5 < \Delta D / \Delta n < -0.05$$

$$\text{但し、} \Delta D = (n_{1s} - n_{1c}) - (n_{2s} - n_{2c})$$

$$\Delta n = n_{1s} - n_{2s}$$

$$\text{又は、} \Delta D = (n_{1s} - n_{1c}) - (n_{2s} - n_{2c})$$

$$\Delta n = (n_{1s} - n_{2s})$$

1にはLaK11を第2部材2にはポリカーボネートを夫々用いており、位相部の高さhは4.2μmである。

λ_s 、 λ_a 、 λ_c での屈折率 n_1 、 n_2 と屈折率差 $n_1 - n_2$ と位相差 δ は次の表に示す通りである。

波長 \ 屈折率	λ_s	λ_a	λ_c
n_1	1.65838	1.67255	1.65481
n_2	1.58131	1.60857	1.57886
$n_1 - n_2$	0.07707	0.06398	0.07595
δ	0.529	0.608	0.486

これは条件式(1)、(2)を満足しており、 λ_s 、 λ_a 、 λ_c でのMTF特性は第5図に示す通りであり、波長によるMTF特性の差が小さいことがわかる。従って、色モアレや偽色の発生を防止することができる。

又、上記表の数値から明らかなように、 $\Delta D / \Delta n = -0.18$ であって、条件式(5)も満足してい

である。

この条件式(5)は、貼り合わせる部材の分散量を規定したものであり、条件式(5)の下限を越えると本発明の効果が薄れ、波長によるMTF特性の差が補正不足となる。又、条件式(5)の上限を越えると補正過剰となり、波長によるMTF特性の差が逆に大きくなってしまふ。

例えば上記表のような組み合わせの場合は、

$$\frac{\Delta D}{\Delta n} = -0.12$$

である。

〔実施例〕

以下、図示した実施例に基づき本発明を詳細に説明する。

第1実施例

これは、第4図に示すように、屈折率 n_1 の第1部材1の表面に断面が三角波である位相格子を形成し、該位相格子を挟むようにして第1部材1の表面に屈折率 n_2 の第2部材2を接合して成る光学的ローパスフィルターである。尚、第1部材

る。

第2実施例

これは、第6図に示すように、屈折率 n_1 の第1部材1の表面に断面がsin波である位相格子を形成し、該位相格子を挟むようにして第1部材1の表面に屈折率 n_2 の第2部材2を接合して成る光学的ローパスフィルターである。尚、第1部材1にはPSK1を第2部材2にはウレタンアクリレート系紫外線硬化性樹脂を夫々用いており、位相部の高さhは13.4μmである。

λ_s 、 λ_a 、 λ_c での屈折率 n_1 、 n_2 と屈折率差 $n_1 - n_2$ と位相差 δ は次の表に示す通りである。

波長 \ 屈折率	λ_s	λ_a	λ_c
n_1	1.54771	1.55843	1.54505
n_2	1.52938	1.54285	1.52615
$n_1 - n_2$	0.01833	0.01558	0.01890
δ	0.12	0.18	0.16

これは条件式(1)、(2)を満足しており、 λ_1 、 λ_2 、 λ_3 でのMTF特性は第7図に示す通りであり、波長によるMTF特性の差が小さいことがわかる。従って、色モアレや偽色の発生を防止することができる。

又、上記表の数値から明らかなように、 $\Delta D / \Delta n = -0.18$ であって、条件式(5)も満足している。

第3実施例

これは、第8図に示すように、屈折率 n_1 の第1部材1と屈折率 n_2 の第2部材2との接合面に断面が三角波である位相格子を形成し、更に第2部材2の上に屈折率 n_3 の第3部材3を接合し且つ両者2、3の接合面にもう一つの断面が三角波である位相格子を形成し、隣接する部材同志に関して少なくとも上記条件式(1)、(2)又は(3)、(4)を満足するようにしたものである。

尚、本発明は上記各実施例には限定されず、隣接する部材同志が少なくとも上記条件式(1)、(2)又は(3)、(4)を満足するものであれば、種々の素材を

用いることが可能である。又、素材を選択する際、温度、湿度による屈折率の変化が同等のものを用いれば、温度や湿度の変化によるMTF特性のばらつきが小さくなり、好ましい。又、位相部の形状は、その断面が三角波、sin波に限らず台形波、円弧波でも良いし、又2次元方向の波形でも良いし、又それらの組み合わせでも良いし、ランダムなパターンでも良い。

〔発明の効果〕

上述の如く、本発明による光学的ローパスフィルターは、波長によるMTF特性の差が小さくなり、色モアレや偽色の発生が防止できるという実用上重要な利点を有している。

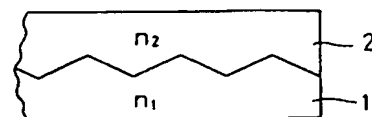
4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明による光学的ローパスフィルターの要部の概念図、第2図及び第3図は夫々第1図の光学的ローパスフィルターにおいて本発明の条件を満足しない場合及び満足する場合のMTF特性を示す図、第4図及び第5図は夫々第1実施例の要部断面図及びMTF特性を示す図、第6図

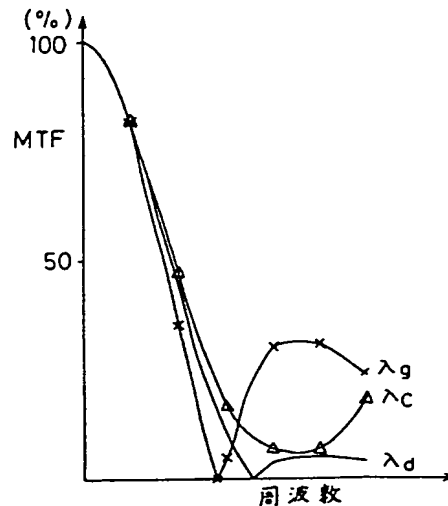
及び第7図は夫々第2実施例の要部断面図及びMTF特性を示す図、第8図は第3実施例の斜視図である。

1……第1部材、2……第2部材、3……第3部材。

才 1 図



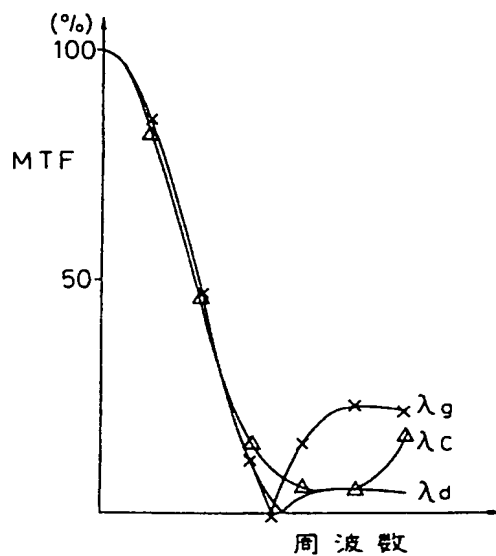
才 2 図



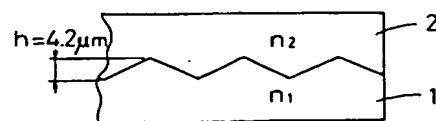
代理人 篠原 泰司
代理人 鈴木 三義



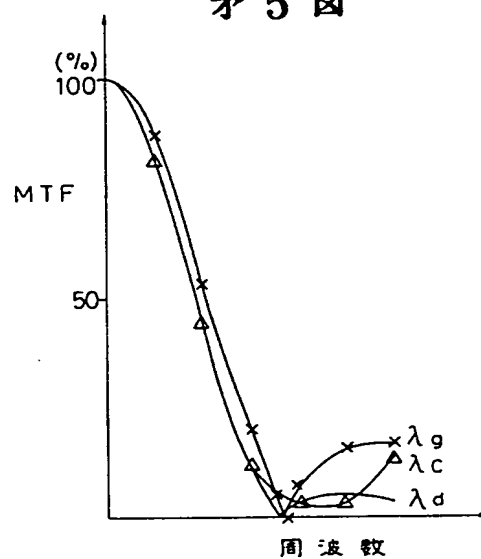
才 3 図



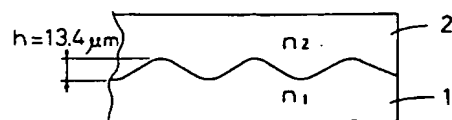
才 4 図



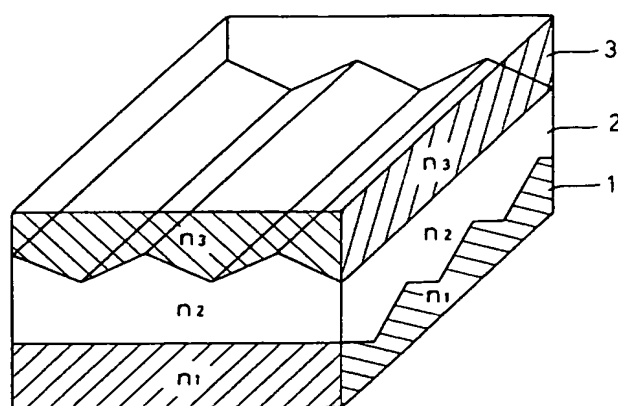
才 5 図



才 6 図



才 8 図



才 7 図

